

Introducción

La industria del calzado en México es un sector importante en la economía por su participación en el PIB total y manufacturero, por su generación de divisas vía exportaciones y por el número de empleos que genera. Adicionalmente, la producción de calzado es importante porque es un artículo de primera necesidad, ubicado sólo después de la alimentación, vivienda y vestido.

Dentro del proceso de fabricación del calzado existe el procedimiento de corte de las diferentes piezas que lo conforman. Actualmente dicho proceso es realizado, en la mayoría de los casos, por obreros calificados que hacen manualmente el acomodo de las piezas dentro de la piel, previo al corte. A este acomodo se le llama "Nesting".

El problema de Nesting no es exclusivo de la industria del calzado, es importante también para varias industrias en donde se requiere la optimización de materia prima del producto. Industrias como la textil, para diseñar el acomodo de las piezas que constituirán una prenda, en el diseño de circuitos electrónicos, productos laminados, en la industria de papel, etc.

El acomodo óptimo será aquel que desperdicie la menor cantidad de material. El algoritmo que solucione el problema, tiene que ver con la geometría de las piezas. Por ejemplo, para la industria del calzado tanto piezas como contenedor tiene una forma irregular, lo que aumenta la complejidad del problema.

En este trabajo se propone un algoritmo para el acomodo individual de piezas basado en Lógica Difusa; el cual consiste en encontrar el acomodo óptimo de una pieza dentro de un contenedor, de tal forma que el área ocupada por ésta sea la mayor posible y los huecos que genere sean lo más pequeños posibles. Para llegar a esto se requiere ir haciendo desplazamientos de la pieza dentro del contenedor lo que generará " n " posiciones para las cuales se formará un perfil específico.

La finalidad del perfil es tener un contorno cerrado que sea independiente de los pedazos de piel o piezas que lo conforman, de tal manera que, teniendo el contorno, el problema se reduce a acomodar una pieza dentro del mismo, dejando de lado, por un momento, las piezas acomodadas previamente.

De las " n " posiciones generadas, es necesario determinar cuál será la posición óptima al acomodarla de acuerdo al área que ocupe y los huecos que forme ésta con su respectivo perfil. Un acomodo óptimo será aquel que tenga una mayor área ocupada y una menor área de huecos. El área ocupada de una pieza es definida por su propia área. El área de los huecos se determina a partir del perfil, el área de la pieza y la envolvente convexa.

Cada vez que se tiene un nuevo acomodo o posición i de la pieza se evalúa área ocupada y área de los huecos de tal forma que al final se tenga el área ocupada relacionada a la posición i y el área de huecos i para la posición i . Y al final una lista de todas las posibles posiciones así como cada una de las áreas ocupada y áreas de huecos para cada posición en específico.

En el acomodo manual la calidad del mismo es evaluada por el hombre. Se propone manejar lógica difusa, ya que permite llegar rápidamente a una solución de una manera eficiente y sin tener grandes complicaciones en el algoritmo. Así por ejemplo, se forman conjuntos difusos con el área ocupada de la pieza que resuelve lo siguiente: ¿cómo saber si el área que ocupa una pieza es chica o grande? Ahí es donde la lógica difusa entra en acción y para un valor específico del conjunto *área ocupada* le asigna un valor para cada una de las funciones de membresía, si se considera que las funciones de membresía son: área chica y área grande, la lógica difusa permite que un valor este en un porcentaje dentro del área chica y en una mayor o menor en el área grande, hecho que no se tiene en la lógica convencional en la cual tendríamos que elegir entre una u otra al 100%.

Clasificar el valor del área que una pieza ocupa y además el área de los huecos que va dejando al ser acomodada en una cierta posición nos permite crear una serie de reglas para determinar una solución óptima.

DESARROLLO POR CAPÍTULOS

La organización de este trabajo es la siguiente:

Capítulo 1

En el capítulo 1 se hace referencia a los antecedentes básicos de lógica difusa. Inicia con la teoría de Conjuntos Difusos, operaciones y principios. Posteriormente se habla de la Inferencia en Lógica Difusa y de los Modelos lingüísticos, que en conjunto son los que integran la solución a los problemas basándose en este método. Finalmente se ilustra la utilidad de la lógica difusa con un ejemplo.

Capítulo 2

En este capítulo se plantea el problema a resolver que en este caso es el acomodo individual de piezas dentro de un contenedor, posteriormente se da una descripción de la solución propuesta y de los resultados a los que se debe llegar para encontrar el acomodo óptimo.

Capítulo 3

El capítulo 3 es la parte esencial de este trabajo, aquí se desarrollan paso a paso los puntos del algoritmo difuso. Primero se desarrolla la Interfaz de Difusión la cual permitirá situar valores específicos dentro de funciones de membresía que tendrán cierto grado de pertenencia. De aquí se pasa a la base de conocimiento en la cual se evaluarán los valores obtenidos de la interfaz de difusión, esto usando las FAM generadas, finalmente se llega al motor de inferencia en el cual evaluaremos las reglas difusas y se obtiene la combinación de las mismas para llegar al resultado más adecuado. Luego de obtener los valores de la evaluación y combinación de las reglas el siguiente paso es la desfusión, la cual permite conocer la posición óptima, de acuerdo al grado de pertenencia del conjunto de salida denominado *Bondad* obtenido.

Capítulo 4

Finalmente se ilustra con pruebas representativas el funcionamiento del algoritmo propuesto. Se desarrollan 3 pruebas significativas, la primera se desglosa paso a paso como indica el capítulo 3, la segunda y tercera muestran los datos más representativos, y en cada una de ellas se observa el buen funcionamiento del algoritmo propuesto.